

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: 23320101153093

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

大规模 Ad Hoc 网络测试的研究

Research on Testing of Large-Scale Ad Hoc Networks

林 森

指导教师姓名: 林世俊 助理教授

洪学敏 副教授

杨 琦 助理教授

专 业 名 称: 电子与通信工程

论文提交日期: 2013 年 月

论文答辩日期: 2013 年 月

学位授予日期: 2013 年 月

答辩委员会主席: 汤碧玉

评 阅 人: _____

2013 年 5 月

厦门大学博士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名): 林森

2013 年 5 月 28 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

林琛

2013 年 5 月 28 日

厦门大学博士论文摘要库

摘要

自网络通信设备诞生开始,网络通信测试技术就成为通信工业中不可或缺的部分。伴随着通信产品技术的不断更新和网络构建技术的不断发展,网络测试技术也经历了不同程度的发展,其技术主体已经开始形成一定的测试研究方法。近年来由于 Ad Hoc 网络技术的发展和运用,对 Ad Hoc 网络设备的测试研究也是迫在眉睫。

在大规模 Ad Hoc 网络下,节点同时与多个邻区节点通信,并经过这些节点进行分组转发到各自的目的节点。因此 Ad Hoc 网络间的通信不是简单的点对点的通信,对它们进行测试时应当把它们放在整个大规模路由拓扑中来研究分析。同时,Ad Hoc 网络由于受节点通信半径等影响会生成随机可变的路由拓扑,这也给测试带来不可控等一些难点。基于这种情况,本文提出相应的测试研究解决方案,并完成方案中的协助测试节点的开发。

本文首先阐述了传统的网络测试方法,并把传统网络特点与 Ad Hoc 网络进行比较,找出共同点和差异处。同时,根据网络之间的差异性,用复杂网络理论的方法来对其进行仿真分析,将大规模的 Ad Hoc 网络简化成小规模具有代表性的测试网络,并提出测试方案。此外,针对提出的测试方案中有对协助测试节点的需求,将 TinyOS 微操作系统移植到基于 CC2530 芯片的开发平台上,使其能够满足协助测试节点流量可控制、路由可移植和状态可监控等要求,从而完成协助测试节点的开发。

关键词: 网络测试; Ad Hoc 网络; 复杂网络; CC2530; TinyOS

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

Since the network communication devices came into being, the test technology of network communication has been an indispensable part of this industry. With the continuous development of communication product technology and the network building technology, the network test technology has gone through different levels of developments, and the main part of the technology has already formed certain test research methods. With the Ad Hoc network technology's development and application in recent years, the needs for test research into Ad Hoc network devices become more and more urgent.

The main job of this paper is that under the circumstance of large scaled Ad Hoc network, the network node communicates with multiple nodes simultaneously, and of the multi-hop feature. Interactions happen between nodes, so we cannot test the nodes separately, instead we should put them in the whole route topology of large scale. However, uncontrollabilities and complexities will follow in this test as different route topologies are generated due to the impacts to Ad Hoc network caused by the communication radius of nodes. Under this circumstance, this paper is to bring out relevant test research approach and complete the development of the assisting test nodes in this case.

First of all, this paper explains the traditional methods for network testing, and compares the features with Ad Hoc's. Meanwhile, according to the network diversity between them, it makes simulated analysis, using the theory of complex network, simplifying the mass Ad Hoc into small and typical test network, and brings out the testing scheme. In addition, as to the needs for assisting test nodes in the said scheme, this paper is to transplant the TinyOS micro-operation system to the development platform based on CC2530 chips. It helps to complete the assisting test nodes' development through realizing the features like testing nodes flow controllable,

route transplantable and status monitorable, etc.

Keywords: Network Testing; Ad Hoc Network; Complex Network; CC2530;
TinyOS

厦门大学博士论文摘要库

目录

摘要.....	I
Abstract.....	III
目录.....	V
Contents	IX
第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.1.1 无线 Ad Hoc 网络综述	1
1.1.2 无线 Ad Hoc 网络测试的意义	2
1.2 无线 Ad Hoc 网络的测试研究现状.....	4
1.2.1 纯软件仿真.....	4
1.2.2 纯硬件仿真.....	5
1.2.3 半实物仿真.....	7
1.3 论文的研究内容及章节安排.....	7
第 2 章 传统网络测试	9
2.1 蜂窝网测试	9
2.1.1 网络环境的仿真和测试.....	9
2.1.2 测试过程和特征参数.....	10
2.2 计算机网络测试	13
2.2.1 转发性能测试.....	15
2.2.2 路由稳定性测试.....	16
2.3 蜂窝网络和计算机网络测试与 Ad Hoc 网络的差别.....	17
2.4 本章小结	18
第 3 章 复杂网络在无线 Ad Hoc 网络测试中的应用	19
3.1 大规模无线 Ad Hoc 网络中的测试.....	19

3.2 复杂网络的基本概念	20
3.2.1 平均路径长度	21
3.2.2 度与度分布	21
3.2.3 介数	21
3.3 节点通信半径与全网平均跳数的关系	22
3.3.1 平均路径长度的研究	22
3.3.2 Ad Hoc 网络中关于平均路径的应用	24
3.4 节点通信半径与度分布的关系	26
3.4.1 度分布的研究	26
3.4.2 Ad Hoc 网络中关于度分布的应用	28
3.5 介数与 Ad Hoc 网络中能耗的关系	35
3.5.1 网络平均介数的研究	35
3.5.2 Ad Hoc 网络中关于介数的应用	37
3.5.3 介数对 Ad Hoc 网络生命周期的影响	40
3.6 大规模无线 Ad Hoc 网络节点测试方案提出	44
3.6.1 吞吐量的测试	44
3.6.2 时延的测试	45
3.6.3 丢包率的测试	46
3.6.4 网络生命周期和网络健壮性的测试	47
3.7 本章小结	48
第 4 章 可编程性协助测试平台的实现	49
4.1 基于 CC2530 芯片的硬件平台介绍	49
4.1.1 CC2530 芯片	49
4.1.2 硬件平台	51
4.2 TinyOS 操作系统介绍	53
4.2.1 TinyOS 体系结构	54
4.2.2 TinyOS 组件模型和 nesC 语言	55
4.3 TinyOS 在 CC2530 上的移植	56
4.3.1 开发环境和工具链	56

4.3.2 系统移植过程的修改和增添.....	58
4.4 CC2530 平台 TinyOS 的移植验证.....	60
4.5 TinyOS 下路由协议的可移植性说明.....	65
4.6 协助测试节点在测试中的作用	66
4.7 本章小结	67
第 5 章 总结与展望	69
5.1 本文工作总结	69
5.2 后期工作展望	70
参考文献	73
致谢.....	75

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Abstract in Chinese.....	I
Abstract in English	III
Contents in Chinese	V
Contents in English.....	IX
Chapter 1 Preface	1
1.1 Research Background and Meanind	1
1.1.1 Wireless Ad Hoc Networks Review.....	1
1.1.2 Wireless Ad Hoc Networks Testing's Meanind	2
1.2 Research Status in Wireless Ad Hoc Networks Testing	4
1.2.1 Software Simulation.....	4
1.2.2 Hardware Simulation	5
1.2.3 Hareware-in-the-loop emulation.....	7
1.3 Research Contents and Dissertation Structure	7
Chapter 2 Traditional Network Testing.....	9
2.1 Cellular Network Testing	9
2.1.1 Simulated Network Environment	9
2.1.2 Testing Parameters	10
2.2 Computer Network Testing	13
2.2.1 Forwarding Performance Testing.....	15
2.2.2 Routing Stability Testing	16
2.3 Difference Between Ad Hoc And Traditional Network.....	17
2.4 Chapter Summary	18
Chapter 3 The Application Of Complex Network In Wireless Ad Hoc Network Testing	19

3.1	Large-Scale Ad Hoc Network Testing.....	19
3.2	Complex Network's Concept.....	20
3.2.1	Average Path Length.....	21
3.2.2	Degree And Degree Distribution	21
3.2.3	Betweenness Centrality.....	21
3.3	The Relationship Between Node Communication Radius And The Average Hops.....	22
3.3.1	Research On The Average Path Length	22
3.3.2	The Application Of Average Path Length In Ad Hoc Network	24
3.4	The Relationship Between Node Communication Radius And Degree Distribution.....	26
3.4.1	Research On Degree Distribution	26
3.4.2	The Application Of Degree Distribution In Ad Hoc Network	28
3.5	The Relationship Between Betweenness Centrality And Energy Consumption	35
3.5.1	Research On Network's Betweenness Centrality	35
3.5.2	The Application Of Betweenness Centrality In Ad Hoc Network ...	37
3.5.3	The Influence Of Betweenness Centrality Upon Network Lifetime	40
3.6	Testing Scheme Of Large-Scale Ad Hoc Node	44
3.6.1	Throughput Testing	44
3.6.2	Delay Testing	45
3.6.3	Packet Loss Rate Testing	46
3.6.4	Network Life And Robustness Testing	47
3.7	Chapter Summary	48
Chapter 4	The Development Of Node Assist In Testing.....	49
4.1	Hardware Platform Base On CC2530 Chip.....	49
4.1.1	CC2530 Chip	49
4.1.2	Hardware Platform.....	51
4.2	TinyOS Operating System.....	53

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库